

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-223855

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
B60L 11/18  
H01M 8/00

(21)Application number : 05-012903

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.01.1993

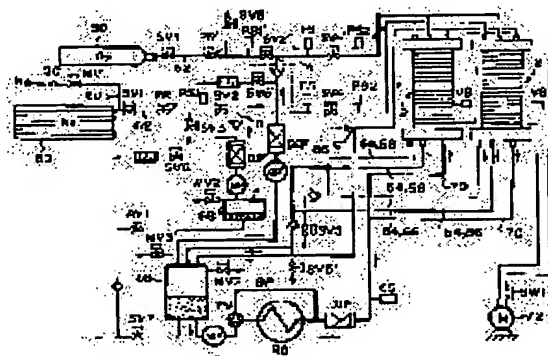
(72)Inventor : WATANABE SHOGO  
EKUSA KENICHIRO  
YAMANE HAJIME

## (54) FUEL CELL AUTOMOBILE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent cooling water to be frozen in a fuel cell in a simple structure without using antifreezing fluid for a fuel cell automobile which runs with a fuel cell.

**CONSTITUTION:** A fuel cell automobile is provided with a fuel cell 2 which generates power by reacting hydrogen gas with oxygen gas, a cooling water circulation passage 70 including a cooling water passage passing through the fuel cell 2 in which cooling water is circulated to cool the fuel cell 2, and an extraction gas forcing means 80 connected to one point C on the circulation passage 70 to force gas thereto. When the actuation of the fuel cell 2 is stopped, the extraction gas forcing means 80 forces gas to the cooling water circulation passage 70 and removes cooling water from the cooling water circulation passage 70, and the cooling water is stored in a separate insulating cooling water reservoir 82. The extraction gas forcing means 80 supplies oxygen or air from an oxygen supply source, which supplies oxygen gas to the fuel cell 2, via a switch valve SV11 to the cooling water circulation passage 70.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-223855

(43) 公開日 平成6年(1994)8月12日

| (51) Int. Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|----------------------------|------|---------|-----|--------|
| H 0 1 M 8/04               | S    |         |     |        |
| B 6 0 L 11/18              | G    | 6821-5H |     |        |
| H 0 1 M 8/00               | Z    | 8821-4K |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-12903

(22) 出願日 平成5年(1993)1月28日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 渡辺 正五

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 江草 憲一郎

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 山根 肇

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

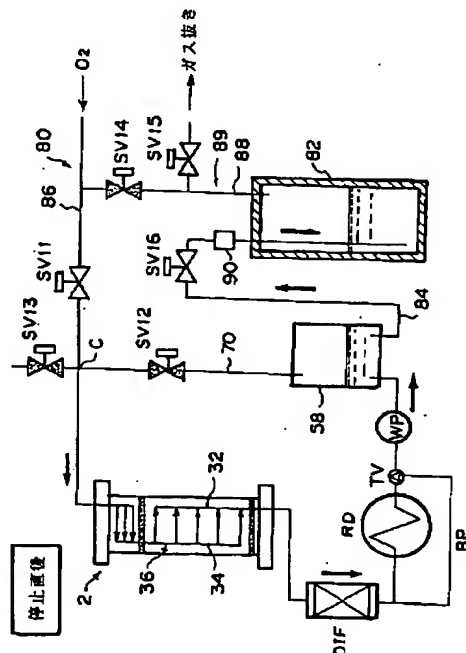
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池自動車

(57) 【要約】

【目的】 燃料電池により走行する燃料電池自動車であって、不凍液を用いることなく簡単な構造で燃料電池の冷却水凍結を防止する。

【構成】 水素ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池2と、該燃料電池2を通る冷却水通路を含み内部を冷却水が循環して上記燃料電池2を冷却する冷却水循環路70とを備え、該循環路70の一点Cに気体を圧送する抜取用気体圧送手段80を接続し、上記燃料電池2の作動停止時に、上記抜取用気体圧送手段80により上記冷却水循環路70に気体を圧送して該冷却水循環路70内の冷却水を抜き取り、別設の断熱冷却水貯留容器82に収容する。上記抜取用気体圧送手段80は、上記燃料電池2に上記酸素ガスを供給する酸素供給源から開閉弁SV11を介して上記冷却水循環路70に酸素もしくは空気を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池と、該燃料電池を通る冷却水通路を含み内部を冷却水が循環して上記燃料電池を冷却する冷却水循環路とを備え、上記燃料電池により発電した電気で駆動される燃料電池自動車であって、

上記冷却水循環路に気体を圧送する抜取用気体圧送手段を備え、上記燃料電池の作動停止時に、上記抜取用気体圧送手段により上記冷却水循環路に気体を圧送して該冷却水循環路内の冷却水の抜き取りを行なうように構成されていることを特徴とする燃料電池自動車。

【請求項2】 上記抜取用気体圧送手段が、上記燃料電池に上記酸素ガスを供給する酸素供給源から開閉弁を介して上記冷却水循環路に酸素ガスを供給するものであることを特徴とする請求項1記載の燃料電池自動車。

【請求項3】 上記冷却水循環路に接続した冷却水抜取通路と、該冷却水抜取通路に接続した冷却水貯留容器とを備え、上記冷却水循環路から抜き取った冷却水をこの冷却水貯留容器に収容することを特徴とする請求項1または2記載の燃料電池自動車。

【請求項4】 上記冷却水抜取通路が、上記冷却水循環路に設けた水トラップ容器の下部と上記冷却水貯留容器の下部とを接続するものであることを特徴とする請求項3記載の燃料電池自動車。

【請求項5】 上記冷却水貯留容器の上部に接続した戻し用気体圧送手段を備え、上記燃料電池の起動時に、上記戻し用気体圧送手段により上記冷却水貯留容器にその上部から気体を圧送し該気体の圧力で上記冷却水貯留容器内に収容された冷却水を該冷却水貯留容器から上記冷却水抜取通路を介して上記水トラップ容器に戻すことを特徴とする請求項4記載の燃料電池自動車。

【請求項6】 上記冷却水抜取通路に気液分別センサを設け、該気液分別センサからの出力により冷却水の抜き取り完了を検出するものであることを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の燃料電池自動車。

【請求項7】 上記気液分別センサが、上記冷却水抜取通路に設けた電気抵抗体と、該電気抵抗体に接続された定電圧電源と、上記電気抵抗体に流れる電流を検出する電流検出手段とで構成されていることを特徴とする請求項6記載の燃料電池自動車。

【請求項8】 上記冷却水貯留容器が、断熱容器であることを特徴とする請求項3～7のいずれかに記載の燃料電池自動車。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、水素ガス等の燃料ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池を備え、該燃料電池で発電した電気により駆動される燃料電池自動車に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば米国特許第5,047,298号明細書には、水素を酸素とを反応させて発電を行なう燃料電池が開示されている。また、特開昭51-4717号公報には、その様な水素と酸素とを反応させて発電を行なう燃料電池を備え、該燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動して走行する燃料電池自動車が開示されている。

【0003】 上記の如き燃料電池は、水素と酸素とを反応させるので反応熱が生成し、従って燃料電池を通る冷却水通路を含む冷却水循環路を設け、冷却水で燃料電池を冷却する必要がある。また、プロトン交換膜を用いたPEM型燃料電池の場合、プロトン交換膜の水素イオン伝導性維持のため、プロトン膜に水分を保持させる必要があり、そのため一般に上記冷却水を水素ガスと酸素ガスとに接触させることが行なわれている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記の如き燃料電池においては、温度が0℃以下になる場合、燃料電池の作動時には燃料電池の反応熱により冷却水の凍結は免れるが、停止時は冷却水の凍結により燃料電池や冷却水循環路が破損する虞れがあるので、冷却水の凍結防止策が必要となる。

【0005】 しかるに、燃料電池の場合用いる冷却水は純水でなければならない。なぜならば、冷却水が純水でない燃料電池で発電した電気がその冷却水を通してリークしてしまうからであり、また上記PEM型燃料電池の場合、冷却水は加温のため反応させる水素ガスと酸素ガスとに含有させるので、もし冷却水が純粋でないと水素ガスや酸素ガスに含有された冷却水分中の金属イオンがプロトン交換膜に付着し、該プロトン交換膜の水素イオン伝導性が低下するからである。

【0006】 従って冷却水の凍結防止策として、従来の自動車で用いられている様な不凍液を使用することはできず、それに代わる構造簡単で燃料電池に適した凍結防止策が必要となる。

【0007】 本発明の目的は、上記事情に鑑み、不凍液に代わる構造簡単で燃料電池に適した冷却水凍結防止手段を備えた燃料電池自動車を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る燃料電池自動車は、上記目的を達成するため、燃料ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池と、該燃料電池を通る冷却水通路を含み内部を冷却水が循環して上記燃料電池を冷却する冷却水循環路とを備え、上記燃料電池により発電した電気で駆動される燃料電池自動車であって、上記冷却水循環路に気体を圧送する抜取用気体圧送手段を備え、上記燃料電池の作動停止時に、上記抜取用気体圧送手段により上記冷却水循環路に気体を圧送して該冷却水循環路内の冷却水の抜き取りを行なうように構成されていることを特徴とする。

【0009】 上記抜取用気体圧送手段は、上記燃料電池

に上記酸素ガスを供給する酸素供給源から開閉弁を介して上記冷却水循環路に酸素ガスを供給するものとして構成することができる。

【0010】また、上記冷却水循環路に接続した冷却水抜き取通路と、該冷却水抜き取通路に接続した冷却水貯留容器とを備え、上記冷却水循環路から抜き取った冷却水をこの冷却水貯留容器に収容するように構成することができる。

【0011】また、上記冷却水抜き取通路は、上記冷却水循環路に設けた水トラップ容器の下部と上記冷却水貯留容器の下部とを接続するものとして構成することができる。

【0012】また、上記冷却水貯留容器の上部に接続した戻し用気体圧送手段を備え、上記燃料電池の起動時に、上記戻し用気体圧送手段により上記冷却水貯留容器にその上部から気体を圧送し該気体の圧力で上記冷却水貯留容器内に収容された冷却水を該冷却水貯留容器から上記冷却水抜き取通路を介して上記水トラップ容器に戻すように構成することができる。

【0013】また、上記冷却水抜き取通路に気液分別センサを設け、該気液分別センサからの出力により冷却水の抜き取り完了を検出するように構成することができる。

【0014】また、上記気液分別センサは、上記冷却水抜き取通路に設けた電気抵抗体と、該電気抵抗体に接続された定電圧電源と、上記電気抵抗体に流れる電流を検出する電流検出手段とで構成することができる。

【0015】また、上記冷却水貯留容器は、断熱容器として構成することができる。

【0016】なお、本発明における燃料ガスとしては、典型的には水素ガスをを用い得るが、酸素ガスと反応して発電できるものであればその他のものであっても良い。また、上記燃料電池に反応のため酸素ガスを供給するにあたっては、酸素ガスそのものを供給しても良いし酸素ガスを含むガス例えば空気を供給することもできる。従って、上記燃料電池に酸素ガスを供給する酸素供給源は、酸素ガスそのものの供給源であっても良いし、空気供給源であっても良い。

【0017】上記抜き取用気体圧送手段はいかなる気体を上記冷却水循環路に圧送するものでも良く、上記燃料電池に酸素ガスを供給する酸素供給源から供給される酸素ガスそのものもしくは空気に限定されるものではない。また、上記戻し用気体圧送手段もいかなる気体を上記冷却水貯留容器に圧送するものでもよく、例えば上記燃料電池に酸素ガスを供給する酸素供給源から供給される酸素ガスそのものもしくは空気を圧送することができる。

【0018】

【作用および発明の効果】本発明に係る燃料電池自動車は、上記の様に燃料電池を通る冷却水通路を含む冷却水循環路に気体を圧送する冷却水の抜き取用気体圧送手段を備えて成るので、該気体圧送手段により冷却水循環路内

の特に燃料電池を通る冷却水通路内の冷却水を抜き取ることができ、冷却水として不凍液を用いることなく冷却水循環路内特に燃料電池を通る冷却水通路内での冷却水の凍結を防止することができる。

【0019】また、抜き取用気体圧送手段として燃料電池に反応ガスとしての酸素ガスを供給する酸素供給源を用いることにより、別途の気体供給源を用意することなく簡単な構成とすることができる。

【0020】また、上記冷却水循環路から抜き取った冷却水を該冷却水循環路に接続した冷却水抜き取通路を介して別途設けた冷却水貯留容器に収容することにより、冷却水循環路内から確実に冷却水を抜き取ることができる。

【0021】また、上記冷却水循環路に設けた水トラップ容器と上記冷却水貯留容器とを両容器の下部に連結した冷却水抜き取通路を介して接続することにより、冷却水循環路に気体を圧送するのみで冷却水循環路内の冷却水を容易に冷却水貯留容器に収容することができる。

【0022】また、上記気液分別センサを、上記冷却水抜き取通路に設けた電気抵抗体と、定電圧電源と、電流検出手段とで構成することにより、気液分別センサを簡単な構造のものとすることができる。

【0023】また、上記冷却水貯留容器を断熱容器とすることにより、抜き取った冷却水を長時間凍結させないで貯留することができる。

【0024】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明の実施例について詳細に説明する。

【0025】＜燃料電池システムの基本構成＞図1は本発明に係る燃料電池自動車の一実施例における燃料電池システムの基本構成を示す図、図2は図1中の燃料電池を示す図、図3は図2に示す燃料電池における反応ガスである水素ガスと酸素ガスおよび冷却水の流れを示す図、図4は図2に示す燃料電池における酸素ガスの流れを示す詳細断面図である。

【0026】まず、図2、3および4を参照しながら燃料電池について説明する。本実施例では燃料電池としてプロトン交換膜を使用した水素ガスと酸素ガスとを反応させて発電するPEM型燃料電池を用いている。

【0027】図2に示す様に、この燃料電池2は、加湿部4と発電部6とを備え、加湿部4で純水を用いた冷却水により反応ガスである酸素ガスと水素ガスとを加湿し、発電部6でこれらの加湿された酸素ガスと水素ガスとを反応させて発電し、かつこの反応により反応熱が生じる発電部6を上記冷却水で冷却する様に構成されている。

【0028】上記加湿部4は複数の加湿セルを積み重ねて成り、酸素ガス、水素ガスおよび冷却水は各セルを順次通り、各セルで加湿される。各セルでの加湿は水分を通過させる高分子膜を介して酸素ガスおよび水素ガスを

冷却水と接触させて酸素ガスおよび水素ガスに飽和蒸気圧の水分を含有させることにより行なわれる。

【0029】上記発電部6は、図4に示す様に、複数の発電セル8を積み重ねて成り、上記加湿部4で加湿された酸素ガスと水素ガスとが各セル8を順次通り、各セル8で反応して発電する。各セル8は、水素イオンのみを通すプロトン交換膜10と、該プロトン交換膜10によって区画された水素室12および酸素室14と、上記プロトン交換膜10に設けられた水素側電極16および酸素側電極18を備えて成る。

【0030】発電部6には各発電セル8の積み重ね方向に延びる酸素通路20が設けられている。この酸素通路20は、各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路22と排出側通路24とを備え、供給側通路22から各セル8の酸素室14に酸素ガスを供給し、各セル8の酸素室14から未反応酸素ガスを排出側通路24を介して排出する。また、発電部6には、この酸素通路20と同様に構成された図示しない水素通路が設けられている。この水素通路も、上記酸素通路20と同様に、各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路と排出側通路とを備え、供給側通路から各セルの水素室12に水素ガスを供給すると共に各セルの水素室12から未反応水素ガスを排出側通路を介して排出する。さらに、発電部6には、図示しない冷却水通路が設けられており、この冷却水通路も上記酸素通路20と同様に各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路と排出側通路とを備え、供給側通路から各セル8間に形成された冷却水室25に冷却水を供給すると共に各冷却水室25から冷却水を排出側通路を介して排出する。

【0031】上記各発電セル8における発電メカニズムは次の通りである。即ち、各セル8の水素室12に供給された加湿水素は水素側電極16の下でイオン化され、この水素イオンがプロトン交換膜を通して酸素室14に入り該酸素室14において酸素側電極18の下で水素と酸素とが反応し、該反応により発電をすると共に水が生成され、この生成水は未反応酸素ガスと共に酸素の排出側通路24から未反応酸素ガスの流れによって排出される。

【0032】図3に上記加湿部4および発電部6における酸素ガス、水素ガスおよび冷却水の通路および流れを示す。図示の様に、水素供給側通路26および水素排出側通路28を備えて成る水素通路30も、冷却水供給側通路32および冷却水排出側通路34を備えて成る冷却水通路36も上記酸素通路20と同様に各セル8の積み重ね方向に延びている。また、燃料電池2は各セル8の積み重ね方向を上下方向として配設され、加湿部4は発電部6の上部に位置し、酸素通路20、水素通路30および冷却水通路36はいずれも上下方向に延び、酸素ガスおよび水素ガスは上から供給して下に排出するように、冷却水は下から供給して上に排出する様に構成されている。

【0033】次に、図1を参照しながら上述の燃料電池を用いた自動車における燃料電池システムについて説明

する。図示の燃料電池システムは、2個の燃料電池2を備え、両燃料電池2には酸素ガス、水素ガスおよび冷却水が並列的に供給され、各燃料電池2で発電した電気は直列的に取り出される。

【0034】各燃料電池2には、酸素供給源である高圧酸素ポンプ50から酸素供給路52を介して酸素ガスそのものが供給される。また、各燃料電池2からは未反応酸素ガスが酸素排出路54を介して排出され、該酸素排出路54はA点において上記酸素供給路52に接続され、各燃料電池2内の酸素通路と上記酸素排出路54と上記酸素供給路52のうち上記A点から燃料電池2までの部分とで酸素循環路56が形成され、上記未反応酸素ガスはこの酸素循環路56を通過して循環せしめられる。

【0035】上記酸素供給路52には、酸素供給源50側から順に元バルブであるソレノイドバルブSV1'、供給酸素ガス圧を一定に保つ圧力レギュレータPR'、分岐路に設けられたソレノイドバルブSV3'、圧力センサPS1'、入口バルブであるソレノイドバルブSV2'が設けられ、かつ酸素循環路56兼用部分には流量センサFS'、循環路開閉バルブであるソレノイドバルブSV4'、圧力センサPS2'が設けられている。上記酸素排出路54には、分岐路に設けられたバージバルブであるソレノイドバルブSV5'、水トラップ容器（水セパレータ）58、酸素ガス循環ポンプGP'および脱イオンフィルタDIF'が設けられている。

【0036】また、各燃料電池2には、水素供給源である水素を吸蔵した水素吸蔵合金60から水素供給路62を介して水素ガスそのものが供給される。また、各燃料電池2からは未反応水素ガスが水素排出路64を介して排出され、該水素排出路64はB点において上記水素供給路62に接続され、各燃料電池2内の水素通路と上記水素排出路64と上記水素供給路62のうち上記B点から燃料電池2までの部分とで水素循環路66が形成され、上記未反応水素ガスはこの水素循環路66を通過して循環せしめられる。

【0037】上記水素供給路62には、水素供給源60側から順に元バルブであるソレノイドバルブSV1、供給水素ガス圧を一定に保つ圧力レギュレータPR、分岐路に設けられたソレノイドバルブSV3、圧力センサPS1、入口バルブであるソレノイドバルブSV2が設けられ、かつ水素循環路66兼用部分には流量センサFS、循環路開閉バルブであるソレノイドバルブSV4、圧力センサPS2が設けられている。上記水素排出路64には、分岐路に設けられたバージバルブであるソレノイドバルブSV5、水トラップ容器（水セパレータ）68、水素ガス循環ポンプGPおよび脱イオンフィルタDIFが設けられている。また、上記水素供給源60とソレノイドバルブSV1との間には分岐路が設けられ、リークバルブRV、マニュアルバルブMV1およびクイックコネクタQCが設けられ、水素吸蔵合金60に水素を吸蔵させる際、水素ポンプ（図示せず）がこのクイックコネクタQCに

接続される。

【0038】また、各燃料電池2には冷却水循環路70が設けられている。該冷却水循環路70は燃料電池2内の図示しない前述の冷却水通路を含んで成り、該冷却水循環路70には上述の水トラップ容器58、冷却水循環ポンプWP、三方弁TV、冷却水放熱用のラジエタRD、該ラジエタRDと並列的に設けられたバイパスBPおよび脱イオンフィルタDIF、冷却水の導電率を検出する導電率センサCSが設けられている。

【0039】また、上記各燃料電池2には、発電部6の各発電セル8の出力電圧を検出する電圧センサVSが設けられ、また両燃料電池2を直列に接続した電線にはスイッチSW1を介して走行用モータ72が接続されている。

【0040】また、上記システムにおいては、その他にも図示の如きソレノイドバルブSV6、SV6'、SV7、マニュアルバルブMV2、MV2'、MV3'およびオートバルブAV1が設けられている。

【0041】上記の如く構成されたシステムにおいては、通常の燃料電池作動停止時には、ソレノイドバルブSV4、SV4'を除きその他のすべてのソレノイドバルブ、マニュアルバルブ、オートバルブおよびリークバルブは閉成され、各循環ポンプGP、GP'WPは駆動停止され、かつ走行用モータ72のスイッチSW1は開成されている。

【0042】また、通常の燃料電池作動時（運転時）には、ソレノイドバルブSV1、SV2、SV1'、SV2'を開成し、水素ガスおよび酸素ガス循環ポンプGP、GP'を作動させ、各燃料電池2に酸素ガスおよび水素ガスを供給すると共にそれらを循環させ（酸素および水素供給源50、60からは反応により消費した量だけ新たに酸素ガスおよび水素ガスが供給される）、また冷却水循環ポンプWPを作動させて冷却水を燃料電池2に循環させ、もって前述のメカニズムにより各燃料電池2での発電および各燃料電池2の冷却が行なわれ、さらにスイッチSW1を開成してその発電した電気により走行用モータ72が駆動される。

【0043】＜冷却水採取システム＞次に、上記基本システムに付設される冷却水採取システムの実施例について図5～図10を参照しながら説明する。

【0044】上記基本システムには冷却水の凍結防止のための冷却水採取システムが付設されている。この冷却水採取システムは、図5に示す様に、冷却水循環路70に気体供給源から気体を圧送する採取用気体圧送手段80と、上記冷却水循環路70から抜き取られた冷却水を収容する別途設けられた断熱冷却水貯留容器82と、この冷却水貯留容器82の下部と上記冷却水循環路70の水トラップ容器58の下部とを接続する冷却水採取通路84とを備えて成る。

【0045】上記採取用気体圧送手段80は、気体供給源

10

20

30

40

として前述の酸素供給源50を用い、一端がこの酸素供給源50に接続され他端が冷却水循環路70のC点に接続された冷却水採取用気体供給路86と、該供給路86に設けた開閉弁であるソレノイドバルブSV11とを備えて成る。また、上記冷却水循環路70の上記C点と上記水トラップ容器58との間には開閉弁であるソレノイドバルブSV12が設けられ、上記C点には分岐路が接続され該分岐路にはガス抜き用開閉弁であるソレノイドバルブSV13が設けられている。また、上記冷却水採取用気体供給路86と冷却水貯留容器82との間には冷却水戻し用気体供給路88が設けられ、該供給路88の一端は上記冷却水採取用気体供給路86の上記バルブSV11よりも上流側に、他端は上記冷却水貯留容器82の上部に接続されている。また、この冷却水戻し用気体供給路88には開閉弁であるソレノイドバルブSV14が設けられると共に分岐路が設けられ該分岐路にガス抜き用開閉弁であるソレノイドバルブSV15が設けられている。上記酸素供給源50、冷却水戻し用気体供給路88およびソレノイドバルブSV14は、冷却水戻し用気体圧送手段89を構成している。さらに、上記冷却水採取通路84には開閉弁であるソレノイドバルブSV16と気液分別センサ90とが設けられている。

【0046】上記気液分別センサ90は、図9に示す様に、温度によって抵抗値が変化する電気抵抗体92と、該抵抗体92に接続した定電圧電源94と、上記抵抗体92に流れる電流を検出する電流検出手段96とを備えて成る。上記電気抵抗体92は上記冷却水採取通路84内に設けられ、電流が流れることにより発熱し、かつ冷却水採取通路84内の流体の流れにより冷却される。しかるに、その流体が気体と液体とではその熱容量の差により冷却される度合が異なり、液体の場合は冷却の度合が大きく従って電気抵抗体92の温度が低下して抵抗値が小さくなり流れる電流が大きくなるが、気体の場合は冷却の度合が小さく従って電気抵抗体92の温度が上昇して抵抗値が大きくなり、流れる電流が小さくなる。従って、電気抵抗体92を流れる電流値の大小により冷却水採取通路84内を流れる流体が液体（冷却水）であるか気体（酸素ガス）であるかを分別することができる。なお、図10は液体と気体とで電流値が変化する状態を示す。

【0047】次に、上記の如き冷却水採取システムにおける燃料電池作動停止時の冷却水採取および起動時の冷却水戻しについて、上記図5～図8を参照しながら説明する。

【0048】図5は燃料電池2の通常作動時の冷却水の状態およびその流れを示している。バルブは、SV12は開いており、SV11、SV13、SV14、SV15、SV16は閉じている。冷却水は、水トラップ容器58から冷却水循環ポンプWPを通して三方弁TV→ラジエタRD（高温時）またはバイパスBP（低温時）→脱イオンフィルタDIF→燃料電池2→SV12を経て、再び水トラップ容器58に戻る。この状態では、冷却水は燃料電池2の反



応熱を得るので凍結することはない。

【0049】図6は燃料電池2の作動停止直後の状態を示す。この状態では冷却水循環ポンプWPは停止している。停止時は、まずバルブSV12, SV13, SV14を閉じ、SV11, SV15, SV16を開く。この時、SV11開により酸素供給源50から加圧酸素ガスがC点より冷却水循環路70内に導入され、該加圧酸素ガスは燃料電池2内の冷却水通路36を通り脱イオンフィルタDIF→ラジエタRDもしくはバイパスBP→冷却水循環ポンプWP→水トラップ容器58→冷却水抜取通路84→SV16→気液分別センサ90を経て冷却水貯留容器82に至る。この加圧酸素ガスにより、この冷却水循環路70中の冷却水は上記加圧酸素ガスの進行方向に押され、冷却水貯留容器82に運ばれる。

【0050】そして、冷却水貯留容器82の直前にある気液分別センサ90により、冷却水抜取通路84内を流れる流体が酸素ガスから冷却水に変化するのを検出し、これにより冷却水の冷却水貯留容器82への収容の完了を検出し、再びバルブSV11, SV13, SV14, SV15, SV16を閉じ、SV12を開いて、燃料電池2の作動停止状態に入る。これを図7に示す。このとき、バルブSV12が設けられている通路中の冷却水が水トラップ容器58に出てくるが、少量ゆえに凍結による影響は殆んどない。また、SV16から冷却水貯留容器82につながる通路は、冷却水貯留容器82の上部から挿入され冷却水貯留容器82の底部に至るため、冷却水を冷却水貯留容器82に収容した後、冷却水はSV16には存在せず、SV16のバルブ凍結は免れる。

【0051】冷却水貯留容器82に蓄えられた冷却水は、燃料電池の作動時に該燃料電池2での反応熱によって暖められているので、外気温が低い状態でも長時間にわたり凍結を免れる。また、再始動に際しても、冷却水は冷却水貯留容器82内で保温されているため暖かく、したがって暖気時間を短縮できる。

【0052】図8は起動時の状態を示す。この時点ではまだ冷却水循環ポンプWPは作動していない。起動時はまずバルブSV13, SV14, SV16を開き、SV11, SV12, SV15を閉じる。これにより、上記戻し用気体圧送手段89より加圧酸素ガスが冷却水貯留容器82に導入され、該容器82より冷却水抜取時と逆の順序で冷却水循環路70内に冷却水が送られる。そして、気液分別センサ90により冷却水抜取通路84内を流れる流体が冷却水から酸素ガスに変化するのを検出し、これにより冷却水貯留容器82から冷却水循環路70内への冷却水の戻しの完了を検知し、再び図5の通常作動時の状態に各バルブをセット

する。

【0053】上記の様に気液分別センサ90によって冷却水の移動の完了を検知することで、作動停止時および起動時の冷却水の移動を完全に行なうとともに、加圧酸素ガスの浪費を防止するように制御することができる。

【0054】なお、上記酸素供給源50と冷却水循環路70とを接続する冷却水抜取通路86は、例えば図1中において破線で示す様に、酸素供給路52の圧力レギュレータPR'と入口バルブSV2'との間から分岐して冷却水循環路70のC点に接続することができる。

【0055】また、上記抜取用気体圧送手段80および戻し用気体圧送手段89により圧送する気体はどのようなものでも良く、実施例に示す酸素供給源（高圧酸素ガス供給源）の他高圧空気等の各種高圧ガス供給源からの高圧ガスを供給するものを使用でき、かつそれは燃料電池2に酸素を供給するためのものであってもそれとは別個のものであっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池自動車における燃料電池システムの一実施例の基本構成を示す図

【図2】図1中の燃料電池を示す図

【図3】図2中の燃料電池における水素ガス、酸素ガスおよび冷却水の流れを示す図

【図4】図2中の燃料電池の発電部の構成および酸素ガスの流れを示す断面図

【図5～図8】図1に示す燃料電池システムに付設する冷却水抜取システムの一実施例を示す図

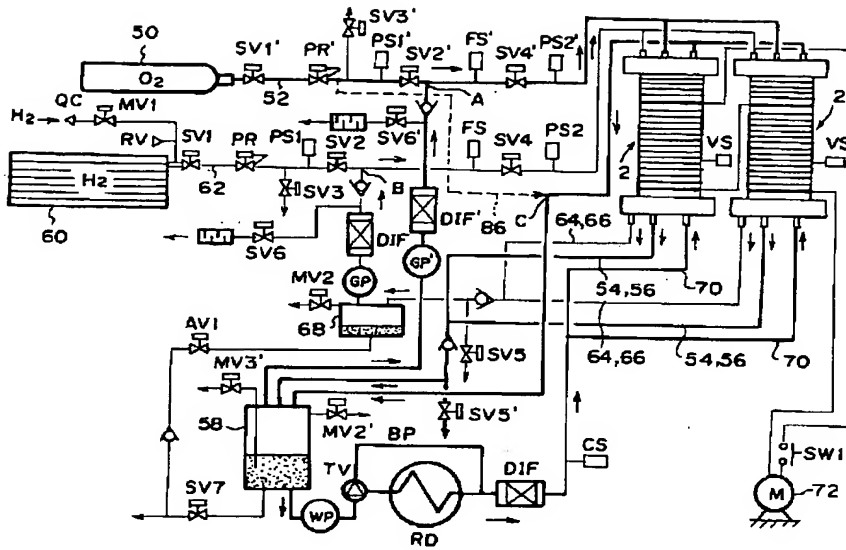
【図9】冷却水抜取システムにおける気液分別センサを示す図

【図10】気液分別センサにおける電流値の変化を示す図

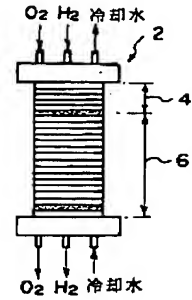
【符号の説明】

- 2 燃料電池
- 36 燃料電池を通る冷却水通路
- 50 酸素供給源
- 58 水トラップ容器
- 70 冷却水循環路
- 80 抜取用気体圧送手段
- 82 冷却水貯留容器
- 84 冷却水抜取通路
- 90 気液分別センサ
- 92 電気抵抗体
- 94 定電圧電源
- 96 電流検出手段

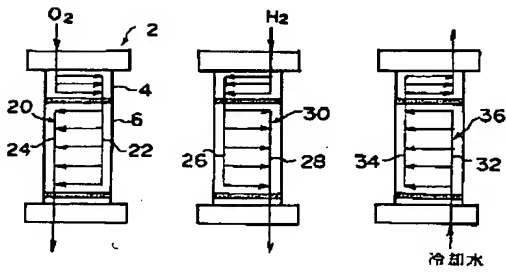
【図1】



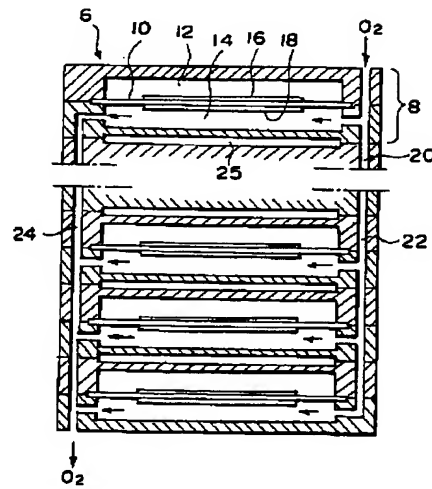
【図2】



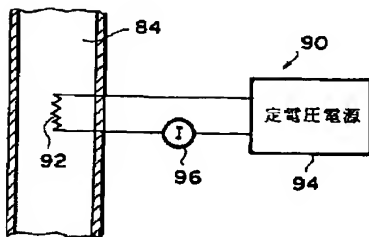
【図3】



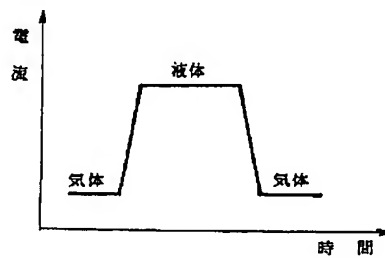
【図4】



【図9】

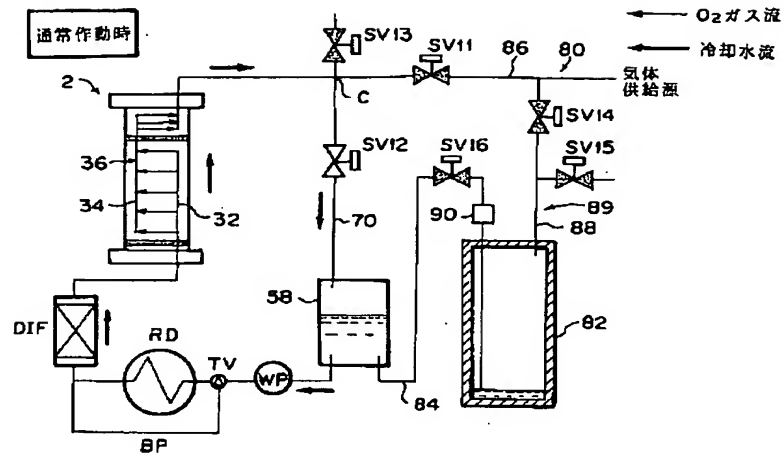


【図10】

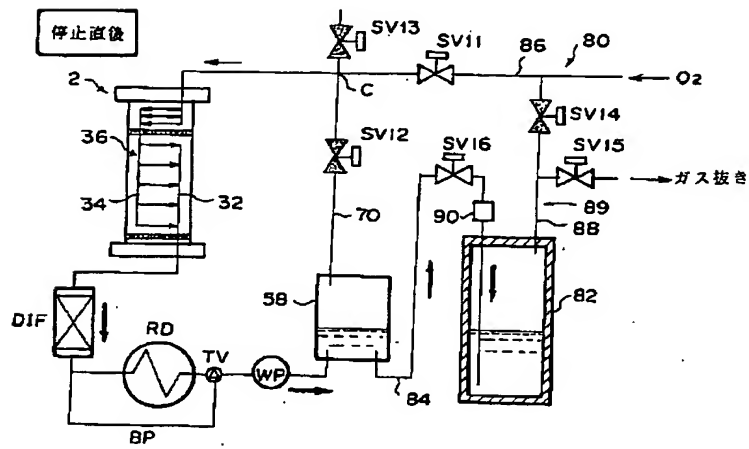




【図5】



【図6】



[illegible]